



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы решения некорректных задач

Кафедра прикладной математики факультета математики
и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы
Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую
участниками образовательных отношений,
является дисциплиной по выбору

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы решения некорректных задач» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика от « 10 » ____ 01 ____ 2018 г. № 9.

Разработчик:

1. кафедра прикладной математики Абдурагимов Г.Э., к.ф.-м. н., доцент ;

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от « 25 » _02_ 2022г., протокол №_6_

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от « 24 » ____ 03 ____ 2022 г., протокол №_4_.

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 31 » ____ 03 ____ 2022 г. _____

(подпись)

Начальник УМУ _____



Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» входит в *часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений* образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением с базовыми математическими моделями и освоением численных методов решения практических задач алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, физики, техники и др., а также знакомством с современными направлениями развития численных методов решения некорректных задач.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-1, общепрофессиональных – ОПК - 1 и профессиональных – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме опроса и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Все- го	Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
	Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
6	72	14	24				34	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Численные методы решения некорректных задач» – иметь понятия о корректно и некорректно поставленных задачах, знать и уметь применять на практике основные методы регуляризации решения некорректных задач, возникающих при решении задач физики, техники, экономики, уравнений математической физики и др.

Задачи изучения дисциплины:

- а) изучить основные методы решения некорректных задач;
- б) научиться, применяя ЗВМ, решать методом регуляризации плохо обусловленные СЛАУ, линейные интегральные уравнения первого рода и суммировать ряды Фурье;
- в) на лабораторных занятиях получить опыт решения задач на ЭВМ, программными средствами и пакетами прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений и вводится на 3 курсе после изучения студентами основных математических дисциплин. Он дополняет курс «Численные методы». Некорректные задачи возникают во многих разделах физики и техники. Бакалавр направления «Математическое моделирование и вычислительная математика», оканчивающий факультет математики и компьютерных, должен иметь понятия о корректно и некорректно поставленных задачах, о методах решения некорректно поставленных задач и уметь на практике применять численные методы решения некорректных задач.

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» должна содержать наиболее распространенные методы решения некорректных задач с их теоретическим обоснованием, указания как их применять на практике.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач Умеет: формулировать постановку математических задач, анализировать необходимость и (или)	Конспектирование и изучение лекционного материала, опрос, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.

		<p>достаточность информации для ее решения</p> <p>Владеет: необходимыми профессиональными редакторами и пакетами прикладных программ</p>	
	<p>УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации и научной информации в области математики и компьютерных наук</p> <p>Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук</p> <p>Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок</p>	
	<p>УК-1.3 Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов</p>	<p>Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет</p> <p>Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно – образовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях</p> <p>Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах</p>	

<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Знает: теоретические основы основных математических дисциплин, а также теоретической механики и физики</p> <p>Умеет: решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических наук</p> <p>Владеет: базовым математическим и естественнонаучным аппаратом</p>	<p>Конспектирование и изучение лекционного материала, опрос, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.</p>
	<p>ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: способы использования знаний в различных областях математики при решении некорректных задач</p> <p>Умеет: применять различные численные методы при исследовании некорректных задач.</p> <p>Владеет: навыками применения численных методов при решении некорректных задач</p>	
	<p>ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач для профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Знает: численные методы исследования некорректных задач</p> <p>Умеет: правильно выбирать численные методы решения некорректных задач</p> <p>Владеет: навыками выбора численных методов решения некорректных задач</p>	
<p>ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>ПК-1.1 Обладает умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>Знает: современный математический аппарат, языки программирования и пакеты прикладных программ</p> <p>Умеет: совершенствовать и применять в приложениях соответствующие знания;</p> <p>Владеет: современными математическими методами и информационными технологиями</p>	<p>Опрос, выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ, опрос.</p>

	<p>ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p>	<p>Знает: численные методы, различные языки программирования</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи численными методами, применять различные языки программирования в прикладных исследованиях</p> <p>Владеет: численными методами</p>	
	<p>ПК-1.3 Имеет практический опыт использования методов современных научных исследований</p>	<p>Знает: методы исследования некорректных задач, современные информационные технологии</p> <p>Умеет: применять методы исследования некорректных задач, информационные технологии</p> <p>Владеет: навыками применения численных методов для решения некорректных задач прикладной математики</p>	

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2 Структура и содержание дисциплины (модули).

4.2.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практика	Лабор.	Самостоятельная работа в т.ч. эк-замен	
Модуль 1. Метод регуляризации решения операторных уравнений							
1	Понятия корректно и некорректно поставленных задач.	6	2		2	2	Опрос, лабораторная работа
2	Примеры некорректно поставленных задач		2		2	2	
3	Вариационный принцип отбора возможных решений. Существование регуляризирующих операторов		2		2	2	
4	Метод Лагранжа построения регуляризирующих операторов		2		4	4	

5	Определение параметра регуляризации по невязке		2	4	2		
Всего по модулю 1			10	14	12	Защита лабораторных заданий	
Модуль 2. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ							
1	Теорема о выборе параметра регуляризации. Нормальное решение СЛАУ	6	2	4	10	Опрос, лабораторная работа	
2	Численный метод регуляризации решения СЛАУ		2	6	12		
Всего по модулю 2				4	10	22	Защита лабораторных заданий
ИТОГО ЗА 6 СЕМЕСТР				14	24	34	Зачет
ИТОГО:			14	24	34	72	

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1 Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Метод регуляризации решения операторных уравнений

Тема 1. Понятия корректно и некорректно поставленных задач.

Введение. Определения корректно и некорректно поставленных задач. Необходимость рассмотрения и изучения некорректно поставленных задач.

Тема 2. Примеры некорректно поставленных задач.

Примеры некорректно задач математики и физики.

Тема 3. Вариационный принцип отбора возможных решений. Существование регуляризирующих операторов.

Понятие стабилизирующего функционала. Сведение задачи построения регуляризованного решения к вариационной задаче минимизации стабилизирующего функционала. Существование регуляризирующих операторов.

Тема 4. Метод Лагранжа построения регуляризирующих операторов.

Сведение вариационной задачи на условный экстремум методом Лагранжа на безусловный экстремум, что позволяет построить регуляризирующий оператор.

Тема 5. Определение параметра регуляризации по невязке.

Невязка, определение параметра регуляризации.

Модуль 2. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ.

Тема 1. Теорема о выборе параметра регуляризации. Нормальное решение СЛАУ.

Выбор семейства регуляризирующих операторов с помощью теоремы о выборе параметра регуляризации. Необходимость обобщения понятия решения СЛАУ. Нормальное решение СЛАУ.

Тема 2. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ.

Понятие плохо обусловленной СЛАУ. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ, его алгоритм.

4.3.2 Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	<i>Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: Метод регуляризации решения операторных уравнений</i>	14
1.1.лб	Метод регуляризации решения линейных интегральных уравнений	10
1.2.лб	Устойчивые методы минимизации функционалов и решения задач оптимального управления	4
	<i>Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ</i>	10
2.1.лб	Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ, его алгоритм	10

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Численные методы решения некорректных задач» применяются различные активные и интерактивные формы проведения занятий. При чтении лекций – обзорная лекция, проблемная лекция, лекция визуализации с использованием компьютерной презентационной техники.

Для этого на факультете математики и компьютерных наук имеются специальные оснащенные такой техникой лекционные аудитории.

При проведении лабораторных занятий кроме указанной презентационной техники используются интернет-ресурсы, пакеты прикладных программ MathCAD, Matlab, Математика-5 и др.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Работа с рекомендованной литературой.
2. Подготовка к лабораторным работам.

№	Виды самостоятельных работ	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1	Работа с рекомендованной литературой	Опрос по соответствующим разделам дисциплины	См. разделы 6.2, 8, 9 данного документа
2	Подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ	См. разделы 6.2, 8, 9 данного документа

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наименование самостоятельной работы	Практическое содержание	Учебно – методическое обеспечение
Понятия корректно и некорректно поставленных задач	Место теории некорректно поставленных задач в современной прикладной математике и ее взаимосвязь с основными разделами математики. Понятие некорректности по А. Н. Тихонову и правильная постановка условно-корректных задач.	Основная литература: [3] Дополнительная литература: [1]
Примеры некорректно поставленных задач	Понятие некорректности по Адамару. Основные примеры линейных и нелинейных некорректно поставленных задач. Краткий исторический экскурс в теорию некорректно поставленных задач.	Основная литература: [2], [3] Дополнительная литература: [1], [2]
Метод регуляризации	Общее понятие регуляризации некорректно поставленных задач и ее свойства. Основные примеры регуляризирующих семейств операторов. Общее понятие равномерной регуляризации и ее свойства. Строение классов равномерной регуляризации. Оценки погрешности приближенных решений на классах равномерной регуляризации. Понятие оптимального значения параметра регуляризации и оптимального метода. Основные методы решения некорректно поставленных задач и их обновления. Конечномерная аппроксимация регуляризованных решений и условия ее сходимости. Постановка нелинейных некорректно поставленных задач и основные трудности, возникающие при их решении. Приложение метода регуляризации и изложенных для него результатов к решению задач математической физики и геофизики.	Основная литература: [3] Дополнительная литература: [1]-[4]

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1 Типовые контрольные задания и тесты

По каждому модулю предусмотрен опрос.

Примерные контрольные задания

1. Привести примеры некорректно поставленных задач:

- а) когда первое условие корректной постановки не выполняется;
- б) когда второе условие корректной постановки не выполняется;
- в) когда третье условие корректной постановки не выполняется.

2. Привести алгоритм метода регуляризации решения интегрального уравнения Фредгольма I рода.
3. Привести по два примера плохо обусловленных СЛАУ и объяснить почему эти СЛАУ плохо обусловлены.

Вопросы к зачету

По учебному плану дисциплины в течение всего учебного цикла предусмотрено выполнение 2 лабораторных работ, название и содержание которых приводится в соответствующей рабочей программе дисциплины. Кроме того, в научной библиотеке и на сайте ДГУ имеется лабораторный практикум по каждому разделу настоящей дисциплины под редакцией разработчика настоящего программы.

7.2 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Критерии оценивания

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, который успешно защитил не менее 2/3 отчетов по лабораторным работам, прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- **оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не представил к защите 2/3 и более отчетов по лабораторным работам и не справляется с 50% вопросов и в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Конечный результат складывается как средневзвешенная оценка текущего и промежуточного контролей соответственно с весами 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 40 баллов;
- самостоятельная работа – 60 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- защита лабораторных работ –100 баллов;

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Обратные и некорректные задачи [Электронный ресурс] : учебник / А.О. Ватульян [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 232 с. — 978-5-4358-0908-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47033.html>.

- Петров, Ю.П. Корректные, некорректные и промежуточные задачи с приложениями : учебное пособие / Ю.П. Петров, В.С. Сизиков. - 2-е изд. испр. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2012. - 264 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-7325-0761-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=130083> .
- Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М. Наука, 1979, 288 с.

б) дополнительная литература

- Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П.. Некорректные задачи математической физики и анализа. М.: Наука, 1980, .
- Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Некорректные задачи. Численные методы и их приложения М. Изд-во Московского университета, 1989, 200 с.
- Вайникко Г.М., Веретенников А.Ю. Итерационные процедуры в некорректных задачах. М. Наука, 1986, 184 с.
- Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. - М.: Наука, 1995, 182 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
- Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
- Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
- Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение научных и познавательных материалов, освещение основных понятий дисциплины и закрепление теоретического материала.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студента в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться к преподавателю за разъяснением.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций можно использовать при подготовке к зачету, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. На лабораторных занятиях студент должен научиться решать с помощью ЭВМ некорректные задачи, возникающие в математике, физике, технике, экономике и т.д. При этом главное – научиться составлять алгоритмы решения задач и по этим алгоритмам составлять программы решения задач на ЭВМ, пользуясь языками программирования и (или) пакетами прикладных программ.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: Mathcad, Статистика, а также интернет-ресурсы.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Все лекционные аудитории укомплектованы мультимедийными и техническими средствами обучения. В каждой аудитории 35 рабочих мест. Аудитории, в которых проводятся семинарские занятия, оснащены доской, укомплектованы рабочими местами в расчете на 25-30 студентов. На факультете имеются 4 компьютерных класса с современными персональными компьютерами и лицензионным программным обеспечением, на базе кафедры прикладной математики создана студенческая научно – исследовательская лаборатория «Математическое моделирование». На кафедре прикладной математики и в библиотеке ДГУ имеются методические указания к выполнению лабораторных работ, также в библиотеке ДГУ имеется соответствующая литература, кроме того методические разработки, размещены на сайте ДГУ.